

## 自然エネルギー利用による日本の復興

会長 宇田川光弘

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖大地震は東北・関東地方に甚大な地震・津波被害を及ぼした。被災地域の一刻も早い復興が、今日の日本の最重要課題である。一方で、今回の大震災は、1973年の石油危機以来の規模で、今後の日本のエネルギー問題への取り組みに大きな課題を提示した。すなわち、福島第一原子力発電所の事故および関東・東北地方の電力危機である。

地球環境問題への対応とエネルギー確保の点から自然エネルギー利用と原子力発電の推進が日本のエネルギー政策の基本であった。しかしながら福島第一原子力発電所事故による環境汚染の影響の大きさは計り知れない。これからは自然エネルギー利用を中心としたエネルギー政策に転換すべきであることを、今回の大災害から学ぶべきである。

福島第1原子力発電所は、津波によって原子炉運転停止後に必要な冷却システムの正常作動に失敗し、発電所自体への重大な被害とともに周囲に放射能汚染をもたらしており、その被害は甚大である。原子力発電はCO<sub>2</sub>排出量が少なく安定的な電力設備であることから地球温暖化防止すなわち地球環境保全の観点からクリーンなエネルギー源として積極的な導入が図られてきたが、今回、福島第一原子力発電所では極めて重大な環境汚染をもたらした。

大震災直後に東京電力から発表された計画停電は電力の安定供給の重要性を再認識するに至った。電力の安定供給が当たり前のこととして、現在の社会が成り立っているのであり、計画停電は関東・東北圏に住む人々の住宅とともに学校、病院、商業施設、生産施設などの隅々にまで大きな影響を及ぼした。停電は生活に不自由であることはもちろん経済活動にも影響は大きい。また、電力供給の不安定さは被災地の復興、日本の復興に対しての影響も甚大である。安定供給が保障されていると思われていた日本の電力供給システムにも脆弱性が潜んでいることを露呈した。2003年に北アメリカ大停電が発生したが、アメリカでは起こっても、日本の電力供給システムは堅固であるので大丈夫と思っていた。エネルギー使用量削減は年間電力消費量kWhについての節約問題であるが、今回の節電要請は発電設備出力kWの不足を予防するためである。

今回の大震災が提示した2つのエネルギー問題、すなわち今後の環境汚染の少ないエネルギー資源の

利用および非常時における電力の確保に対処するには太陽光発電、風力発電などの自然エネルギー利用を中心としたエネルギー利用が最も適している。自然エネルギーを原子力発電や火力発電の代替電源と考えるのは無謀であるとの意見も多いが、必ずしもそうではない。

平成22年版電気事業便覧によれば、自家発電装置を除いた日本の事業用の発電設備出力は合計237GW (1GW = 100万kW) で、内訳は水力、火力、原子力、それぞれ45GW、143GW、49GWである。水力は自然エネルギーであるが、このほかに自然エネルギーとして地熱発電所0.5GWがある。また、年間発電電力量についてみると、事業用の合計で925TWh/年 (1TWh = 1000GWh) であり、水力、火力、原子力の内訳は、75TWh/年、568TWh/年、280TWh/年である。

これに対して太陽電池の発電がどの程度まで可能なか試算してみる。太陽電池の効率を10%とすると、太陽電池10m<sup>2</sup>あたり1kWの定格発電出力であり、10km<sup>2</sup>で1GWの出力となる。年間発電量は、太陽光発電出力1kWあたり年間発電量1MWh/年 (1000kWh/年) であり、発電出力1GWあたり年間発電量は1TWh/年である。すなわち、太陽電池面積10km<sup>2</sup>で年間1TWh/年を得られる。

さて、太陽電池による発電出力を、福島第1、第2原子力発電所の発電設備出力、合計9.1GWと比較してみる。9.1GWの発電出力を太陽光発電で充当するとして試算すると、必要な太陽電池面積は91km<sup>2</sup>である。福島第1原子力発電所事故についての避難区域とされている半径20kmの陸地部分の面積は約600km<sup>2</sup>であるので、発電出力9.1GWの太陽電池に必要な面積は避難区域陸地部分相当の面積の15%で足りることになる。さらに、年間発電量についても試算してみる。電気事業連合会2010データベースから福島第1、第2原子力発電所合計の年間発電量は65.8TWh/年と推定される。この発電量に必要な太陽光発電設備面積は、太陽光発電出力1GWあたり年間1TWh/年の発電量であるので、658km<sup>2</sup>である。これは、避難区域相当面積を約1割上回る程度である。この試算による太陽光発電の能力は自然エネルギー利用への期待を大きくする。

さらに日本全体について、原子力発電を太陽光発電で代替する試算をしてみる。前述のように、日本

の原子力発電の設備出力は49GW、発電量は年間280TWh/年である。これから、設置必要面積は、発電出力では490km<sup>2</sup>、年間発電量では2800km<sup>2</sup>である。火力発電の太陽光発電による代替も検討してみると、発電設備出力143GW、年間発電量568TWh/年から、必要面積は、発電出力では1430km<sup>2</sup>、発電量では5680km<sup>2</sup>である。日本の国土面積はおよそ38万km<sup>2</sup>である。原子力と火力を合わせても、年間発電量ベースでの必要面積は約8500km<sup>2</sup>である。これは、国土面積の2.2%にすぎない。

太陽光発電は天候に左右され、夜間は発電しないなど出力の変動が大きく蓄電の問題もある。また、実際に設置するとなれば、必要面積は太陽電池の正味面積よりも相当大きくなるなど、この試算は楽観的に過ぎるかもしれないが、一方、ここでは、太陽電池の定格効率は10%としたが、今後、発電効率が向上すれば設置面積はもっと小さくなる期待もある。太陽光発電は、もともと分散型発電所であるので、原子力発電所のようにある地域に集中的に施設を建設する必要はない。太陽電池は建物の屋根などに分散配置することでもよい。太陽光発電の設置コストを試算すると、1GW(100万kW)の太陽光発電設備設置費を、面積10km<sup>2</sup>、1kW当たり50万円として5000億円となり、原子力発電所にほぼ匹敵するのではないか。尤も、年間発電量ベースでは、前述の日本の原子力発電実績から推定して、発電出力ベースでの太陽電池面積の5.7倍、57km<sup>2</sup>の面積が必要であることから、1GWの原子力発電所相当の発電量を得るための太陽光発電所の建設費は2.9兆円となる。しかしながら、今後、太陽光発電では大幅な効率向上、コストダウンが期待されることから、この建設費は急激に低下すると予想される。

2010年末までの太陽光発電の導入実績累積はドイツ17.2GW、日本3.6GWである。太陽光発電に加えて、自然エネルギーによる発電には、風力発電、バイオマス発電、地熱発電、小規模水力発電もある。風力発電は、アメリカ40GW、中国42GW、ドイツ27GW、日本2.3GWの導入実績がある。これらの導入実績や先ほどの試算結果を考えると自然エネルギー利用を中心としたエネルギーシステムが現実味を帯びてくる。日本の自然エネルギー開発ロードマップでは、2030年までに太陽光発電100GW、風力発電20GWの導入を期待する案もある。太陽光発電と風力の合計120GWが達成されれば、電力設備出力としては現在の日本の原子力発電出力の2倍以上となる。太陽光、風力に加え地熱、バイオマス、小規模水力などを含めれば、現在の原子力と火力の発電設備出力192GWの相当量を自然エネルギー発電で賄うことも十分可能であるといえる。

需要側からの省エネルギー対策としては、太陽熱利用やバイオマス燃料のような自然エネルギーの熱利用とともに各種機器の高効率化の重要性は言うまでもない。建築については、ゼロエネルギー建築の普及が考えられる。床面積120m<sup>2</sup>の戸建て住宅を想定したシミュレーションでは、5kW程度の太陽電でネットゼロエネルギーを達成できることが示されている。ネットゼロエネルギー建築は年間のエネルギー導入量と建物での年間エネルギー発生量の収支がゼロ、あるいはマイナスすなわち建物でのエネルギー使用量よりもエネルギー発生量が多い建物である。このような建物では、高断熱化を図り、夏期の日射遮蔽を行うなど自然エネルギー利用のパッシブ的手法が前提である。もちろん、エアコンや家電機器は高効率機器を使用する。また、暖房、冷房、給湯などの熱需要に対しては太陽熱利用、バイオマス利用もゼロエネルギー建築では当然、行われる。

通常、建築用太陽光発電システムは系統連系であるので、ネットゼロエネルギー建築は、エネルギー自立建築ではないが、蓄電池と組み合わせれば非常時の非常用電源にもなる。また、小型発電機の排熱利用を図るコジェネレーションなどを含めたネットゼロエネルギー建築は、CO<sub>2</sub>排出量削減のためのみではなく、非常用電源としてエネルギーの安全保障の価値も考えるべきである。自然エネルギー利用を主とするネットゼロエネルギーシステムは、住宅に限らず、大規模建築や地域レベルでの利用も考えられている。東日本大震災の被災地域の復興でも、安全な安心な環境を実現するために、自然エネルギー利用を中心とした地域エネルギーシステムの導入が検討されるべきである。

今回の大震災の影響は大変に大きく、日本の環境・エネルギー政策の再構築の必要性を深く認識させた。環境・エネルギー問題はCO<sub>2</sub>排出量削減の観点に加え、居住環境に対する安全保障の点からも再生可能エネルギー利用を中心とした将来像を早急に策定する必要がある。太陽熱利用、太陽光発電、風力発電などの自然エネルギー利用については、1973年の石油ショック以来、日本は世界に冠たる技術を培ってきた。しかしながら、今日、自然エネルギー利用の実用化、普及の点では、欧米、中国の後塵を拝している。自然エネルギーを中心とするエネルギー利用システムの構築という方向性が示されれば、その目標に向かって進み世界の先陣を切ることができる。2030年頃には自然エネルギー利用が中心となる社会が到来するよう今こそ目標を高く掲げるべきである。